

ANALISIS PENGARUH PERUBAHAN SENTRASI DOSIS DAN JARAK BLADDER TERHADAP DISTRIBUSI DOSIS PADA PERENCANAAN BRACHYTHERAPY KANKER SERVIKS

Rinarto Subroto¹⁾, Evi Setiawati¹⁾ dan Suwardi²⁾

¹⁾Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang

²⁾RSUP Dr. Kariadi, Semarang

E-mail: rinartosubroto@gmail.com

ABSTRACT

The research has been done about the analysis of the change dose sentration and bladder distance's effect toward dose distribution in brachytherapy planning of cervical cancer. The purpose of this research is to describing dose distribution which is appropriate with criteria, to evidance dose reduction because raising bladder distance from point A, and to achieve how long the bladder distance's from point A which is can produce the dose distribution criteria appropriate.

The methods of this research is measuring bladder distance from point A in lateral projections of radiographs, doing brachytherapy planning which is using early dose sentration at the point A. The sample who is have not ideal dose disribution doing brachytherapy planning with dose sentration at point bladder. The dose distribution which is producted from the change of dose sentration has analysis to know how about brachytherapy planning succes percentage. To evidance about dose reduction because raising of bladder distance's, has done with making distance and bladder dose's relation graph.

The results of this research is: changing of dose sentration can increasing cervical brachytherapy planing successed about 46%, raising mean distance about 1,57 mm can reduce bladder mean dose about 5,65%, inverse square law still valid for brachytherapy planning case's although can't used to determine how much dose at the bladder, bladder distance from point A which is can deliver dose percentage lower about 80% is more than 41 mm.

Keywords: Dose sentration, bladder distance, dose distribution.

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian berupa analisis pengaruh perubahan sentrasi dosis dan jarak bladder terhadap distribusi dosis pada perencanaan brachytherapy kanker serviks. Penelitian dilakukan dengan tujuan untuk mendeskripsikan distribusi dosis yang sesuai kriteria dengan melakukan sentrasi dosis pada titik A dan titik bladder, membuktikan terjadinya penurunan dosis pada bladder akibat adanya pertambahan jarak dari titik A, dan mendapatkan jarak bladder dari titik A yang dapat menghasilkan distribusi dosis sesuai kriteria.

Penelitian dilakukan dengan mengukur jarak bladder dari titik A pada radiograf proyeksi lateral menggunakan penggaris, melakukan perencanaan brachytherapy dengan sentrasi dosis awal pada titik A. Sampel yang tidak memperoleh distribusi dosis ideal dilakukan perubahan sentrasi dosis menuju titik bladder. Distribusi dosis yang dihasilkan oleh setiap sentrasi dosis dilakukan analisis untuk mengetahui prosentase keberhasilan perencanaan brachytherapy. Untuk membuktikan terjadinya penurunan dosis akibat pertambahan jarak bladder dari titik A dilakukan dengan plotting grafik hubungan jarak dan dosis yang diterima bladder.

Hasil penelitian: perubahan sentrasi dosis yang dilakukan dapat meningkatkan keberhasilan perencanaan brachytherapy kanker serviks hingga 46%, bertambahnya jarak rata-rata sebesar 1,57 mm akan menurunkan dosis rata-rata pada bladder sebesar 5,65%, hukum kuadrat jarak terbalik masih berlaku untuk kasus perencanaan brachytherapy kanker serviks walaupun tidak dapat digunakan untuk menentukan dosis pada bladder dengan tepat, jarak bladder dari titik A yang dapat menghasilkan prosentase dosis pada bladder di bawah 80% adalah lebih dari 41 mm.

Kata kunci: Sentrasi dosis, jarak bladder, distribusi dosis.

PENDAHULUAN

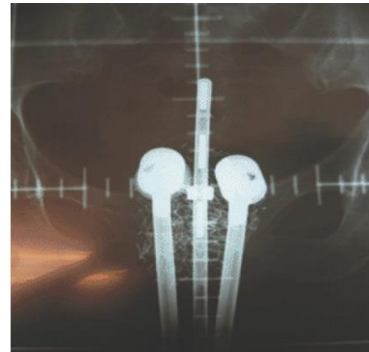
Brachytherapy merupakan bagian dari radioterapi yang menggunakan sumber radioaktif tertutup untuk pengobatan kanker dengan menempatkan bahan radioaktif ke dalam atau berdekatan dengan sasaran radiasi [1]. Perencanaan *brachytherapy* merupakan proses yang sangat penting dalam keberhasilan pengobatan kanker serviks. Salah satu metode yang digunakan dalam perencanaan *brachytherapy* adalah metode *manchester*. Metode ini memiliki karakteristik, yaitu adanya empat titik referensi, titik A, titik B, titik *bladder*, dan titik *rectum*.

Penelitian yang dilakukan berdasarkan permasalahan yang terdapat di lapangan yaitu, sering ditemukannya kasus perencanaan *brachytherapy* pada pasien kanker serviks yang tidak menghasilkan distribusi dosis ideal. Variabel yang mempengaruhi distribusi dosis pada *brachytherapy* di antaranya adalah sentrasi dosis dan jarak *bladder* dari titik A. Kedua variabel tersebut akan diteliti sehingga diperoleh pengetahuan tentang pengaruh perubahan sentrasi dosis dan jarak *bladder* terhadap distribusi dosis, dan membuktikan terjadinya penurunan dosis pada *bladder* akibat dari pertambahan jaraknya dari titik A.

DASAR TEORI

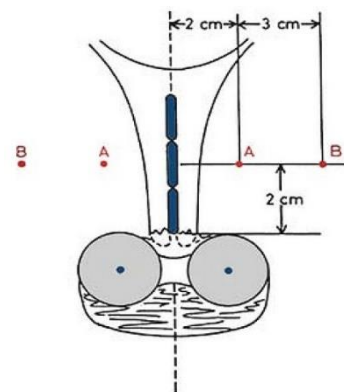
Metode Manchester

Pada metode *manchester* terdapat dua aplikator *ovoid* dan satu aplikator *intrauterine* yang berfungsi untuk mendistribusikan sumber radioaktif menuju daerah serviks dan sebagai acuan dalam menentukan posisi titik A dan titik B [2]. Pada gambar 1 tampak posisi aplikator yang dipasang pada organ genitalia wanita.



Gambar 1. Posisi aplikator pada *brachytherapy* kanker serviks [3]

Titik referensi pada metode *manchester* dibedakan menjadi dua yaitu, titik referensi yang didasarkan pada posisi geometri aplikator (titik A dan titik B) dan titik referensi yang didasarkan pada posisi anatomi (titik *bladder* dan titik *rectum*). Posisi titik A dan titik B dijelaskan seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Posisi titik A dan B pada metode *manchester* [2]

Rekomendasi Dosis Pada Target Volume, Bladder dan Rectum

Target volume didefinisikan sebagai volume yang terdiri dari jaringan yang terpapar radiasi sesuai dengan dosis yang telah direncanakan [4]. Sesuai ketentuan ICRU, daerah isodosis titik A termasuk kedalam *treatment volume* yang mendapatkan dosis minimal 95% dari dosis preskripsi [2]. Sedangkan titik yang lain mengacu kepada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Prosentase dosis titik referensi terhadap titik A [5]

A	R	BL	RPW LPW	R/L EXT	R/L COM	R/L PARA
100%	65%	60- 80%	25%	25%	15%	5%

Keterangan: RPW/LPW: Right or Left Pelvic Wall, EXT: External Lymph Nodes, COM: Common Illiac Lymph Nodes, PARA: Para-aortic area

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Instalasi Radiologi Unit Radioterapi Rumah Sakit X Semarang. Populasi pada penelitian adalah seluruh radiograf hasil proses simulator pada pasien kanker serviks yang digunakan untuk perencanaan *brachytherapy*. Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah 15 radiograf hasil proses simulator pada pasien kanker serviks dan dipilih menggunakan teknik *simple random sampling*. Penelitian menggunakan *Treatment Planning System* (TPS) Nucletron, *digitizer*, dan penggaris.

Sampel 15 radiograf dilakukan proses perencanaan menggunakan TPS Nucletron dengan sentrasi dosis pada titik A sehingga didapatkan distribusi dosis untuk setiap titik. Apabila hasil perencanaan yang dihasilkan tidak ideal, dilakukan perubahan sentrasi dosis menuju titik *bladder*. Hasil perencanaan yang baru dianalisis untuk menilai signifikansi penurunan dosis pada titik A, *bladder*, dan *rectum*. Kriteria distribusi dosis yang ideal untuk sentrasi dosis pada titik A dan titik *bladder* ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Kriteria distribusi dosis yang digunakan

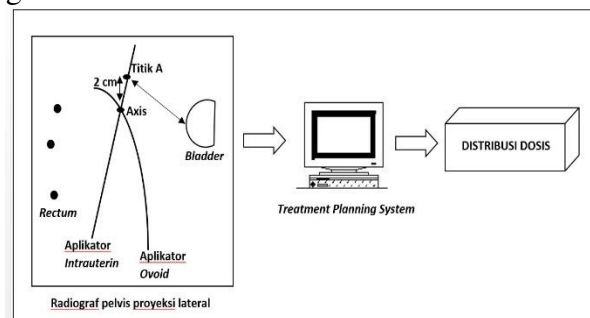
Sentrasi dosis	Dosis (%)		
	Titik A	Titik <i>bladder</i>	Titik <i>rectum</i>
Titik A	100	≤ 80	≤ 65
Titik <i>bladder</i>	95	100	≤ 65

Untuk mengetahui pengaruh jarak *bladder* dari titik A terhadap dosis yang diterima *bladder*, dilakukan pengukuran jarak *bladder* dari titik A pada setiap radiograf proyeksi lateral menggunakan penggaris. Jarak *bladder* dan dosis yang diterima di *plot* ke dalam grafik hubungan jarak dan dosis serta

dibandingkan dengan hasil perhitungan menggunakan rumus hukum kuadrat jarak terbalik seperti pada persamaan 1.

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{R_2^2}{R_1^2} \quad (1)$$

Diagram penelitian ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Set-Up penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Distribusi dosis yang dihasilkan pada saat sentrasi dosis dilakukan pada titik A dan jarak *bladder* dinyatakan pada tabel 3.

Tabel 3. Jarak *bladder* dan distribusi untuk sentrasi dosis pada titik A

No.	Nama pasien	Jarak <i>bladder</i> dari titik A (mm)	Dosis titik A (%)	Dosis titik <i>bladder</i> (%)	Dosis titik <i>rectum</i> (%)
1	A	25	100	153,71	60,36
2	B	27	100	137,51	58,92
3	C	29	100	121,11	27,11
4	D	32	100	118,98	38,72
5	E	33	100	113,53	71,98
6	F	34	100	111,98	49,89
7	G	35	100	109,16	33,74
8	H	35,5	100	103,21	84,88
9	I	37	100	98,88	31,66
10	J	37,5	100	96,16	41,48
11	K	40	100	94,19	13,54
12	L	41	100	80,03	59,88
13	M	43	100	79,43	50,34
14	N	46	100	76,23	63,4
15	O	47	100	74,57	60,71

Keterangan: warna hijau menunjukkan distribusi dosis sesuai dengan kriteria

Pada tabel 3, seluruh pasien memperoleh dosis 100% pada titik A. Hal ini disebabkan titik A sebagai sentrasi dosis sehingga dosis yang diterimanya sesuai dengan dosis preskripsi yaitu 850 cGy. Untuk dosis pada titik *bladder*, terdapat 4 orang pasien yang memiliki prosentase dosis pada *bladder* kurang dari atau sama dengan 80% yaitu, pasien L, M, N, dan O dengan dosis yang diterima titik *rectum* berada pada level di bawah 65%. Distribusi dosis pada keempat orang pasien tersebut dikatakan ideal karena sesuai dengan kriteria seperti pada tabel 2.

Tabel 3 menunjukkan bahwa terdapat 4 orang pasien yang memiliki distribusi ideal dengan jarak *bladder* dari titik A masing-masing yaitu 41, 43, 46, dan 47 mm. Dari data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa apabila jarak *bladder* dari titik A lebih besar dari 41 mm, dapat mengakibatkan prosentase dosis yang diterima oleh *bladder* di bawah 80%.

Untuk mengurangi dosis pada *bladder* yang terlalu tinggi (lebih dari 100%) pada pasien yang distribusi dosisnya tidak ideal, dilakukan perubahan sentrasi dosis menuju titik *bladder* dengan hasil seperti pada tabel 4.

Tabel 4. Distribusi dosis untuk sentrasi dosis pada titik *bladder*

No.	Nama pasien	Jarak <i>bladder</i> dari titik A (mm)	Dosis titik A (%)	Dosis titik <i>bladder</i> (%)	Dosis titik <i>rectum</i> (%)
1	A	25	101,13	100	61,04
2	B	27	125,9	100	62,95
3	C	29	103,99	100	28,19
4	D	32	96,89	100	37,52
5	E	33	106,17	100	64,42
6	F	34	82,57	100	41,19
7	G	35	55,53	100	18,74
8	H	35,5	44,03	100	37,38
9	I	37	89,30	100	28,28
10	J	37,5	123,41	100	51,19
11	K	40	95,6	100	12,4

Keterangan: warna hijau menunjukkan distribusi dosis sesuai dengan kriteria

Sentrasi dosis pada titik *bladder* menyebabkan semua pasien pada tabel 4 memperoleh dosis pada *bladder* sebesar 100%. Setelah dilakukan perubahan sentrasi dosis, terdapat 7 pasien yang memiliki distribusi dosis ideal, yaitu pasien A, B, C, D, E, J, dan K dengan dosis yang diterima titik A lebih dari 95% dan titik *rectum* kurang dari 65%. Sedangkan 4 pasien lainnya tidak memiliki distribusi dosis ideal karena prosentase dosis yang diterima titik A kurang dari 95%.

Penurunan dosis yang terjadi cukup besar pada titik A diakibatkan karena titik A tidak lagi menjadi sentrasi dosis, sehingga dosis yang diterima bergantung kepada titik *bladder* sebagai referensi untuk sentrasi dosis. Penurunan dosis pada titik *bladder* dan *rectum* terjadi karena perubahan sentrasi dosis yang dilakukan untuk menurunkan dosis pada organ *bladder*. Perubahan sentrasi dosis menuju titik *bladder* sangat mempengaruhi dosis yang diterima oleh titik A dan *bladder*, sebaliknya tidak terlalu berpengaruh pada penurunan dan kenaikan dosis titik *rectum* karena secara anatomi posisi *rectum* memiliki jarak yang lebih jauh dibandingkan titik A dan *bladder*.

Distribusi dosis yang tidak ideal walaupun telah dilakukan perubahan sentrasi dosis menuju titik *bladder* yang terjadi pada pasien F, G, H, I diakibatkan karena dosis pada titik A sebagai daerah *treated volume* tidak mencapai 95%. Dosis pada titik A yang tidak mencapai 95% dapat disebabkan faktor pemasangan aplikator *ovoid* dan *intrauterine*, posisi aplikator *intrauterine* yang tidak diapit secara sempurna oleh kedua aplikator *ovoid*, dan jarak / kerenggangan antara aplikator. Faktor-faktor tersebut dapat mempengaruhi dosis yang diterima oleh titik A.

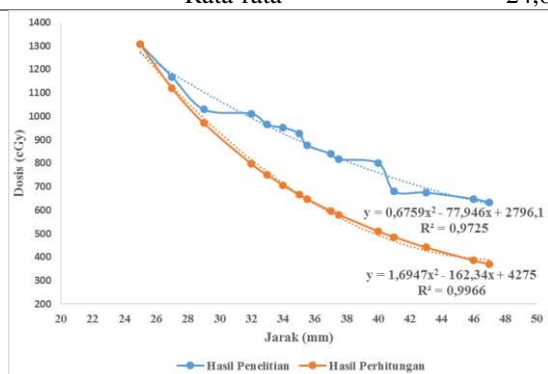
Upaya yang dilakukan kepada 4 pasien yang tidak mendapatkan distribusi dosis ideal walaupun telah dilakukan perubahan sentrasi dosis adalah dengan melakukan optimasi terhadap dosis yang diperoleh. Optimasi dilakukan dengan cara memilih sentrasi dosis yang dapat menghasilkan dosis paling rendah pada organ *bladder* dan *rectum*. Berdasarkan alasan tersebut, pemilihan sentrasi dosis tetap

dilakukan pada titik *bladder*. Hal ini perlu dilakukan untuk menghindari terjadinya efek deterministik dan meminimalisasi kemungkinan terjadinya efek stokastik pada jaringan yang sehat.

Untuk membuktikan terjadinya penurunan dosis akibat pertambahan jarak dan mengetahui kesesuaian hasil penelitian yang diperoleh dengan hukum kudrat jarak terbalik, dilakukan perbandingan antara hasil penelitian dengan hasil perhitungan seperti pada tabel 5 dan gambar 4. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan persamaan (1) dengan nilai D_1 dan R_1 adalah 1306,55 cGy dan 25 mm.

Tabel 5. Perbandingan dosis *bladder* pada hasil penelitian dan perhitungan

No	Nama	Jarak <i>bladder</i> (mm)	Hasil penelitian (cGy)	Hasil perhitungan (cGy)	Deviasi (%)
1	A	25	1306,55	1306,55	0
2	B	27	1168,84	1120,16	4,16
3	C	29	1029,43	970,98	5,68
4	D	32	1011,33	797,45	21,15
5	E	33	965,00	749,86	22,29
6	F	34	951,83	706,39	25,78
7	G	35	927,86	666,61	28,16
8	H	35,5	877,28	647,96	26,14
9	I	37	840,48	596,49	29,03
10	J	37,5	817,36	580,69	28,95
11	K	40	800,62	510,37	36,25
12	L	41	680,25	485,79	28,59
13	M	43	675,15	441,64	34,59
14	N	46	647,95	385,91	40,44
15	O	47	633,84	369,67	41,68
Rata-rata					24,86



Gambar 4. Grafik hubungan jarak *bladder* dengan dosis pada hasil penelitian dan hasil perhitungan menggunakan rumus hukum kuadrat jarak terbalik

Hasil penelitian seperti pada tabel 5 menunjukkan terjadinya penurunan dosis yang diterima *bladder* dengan semakin bertambahnya jarak dari titik A. Penurunan dosis terjadi akibat posisi *bladder* semakin menjauh dari kedudukan titik A sebagai sentrasi dosis. Penurunan dosis terbesar terjadi pada jarak 27 mm, dengan selisih penurunan dosis dari jarak sebelumnya mencapai 137,71 cGy. Apabila dilakukan perhitungan dengan cara melakukan rata-rata terhadap pertambahan jarak dan dosis maka diperoleh hasil bahwa dengan bertambahnya jarak *bladder* dari titik A rata-rata sebesar 1,57 mm maka akan menurunkan dosis *bladder* rata-rata sebesar 5,65%.

Pada gambar 4, grafik berwarna biru merupakan hasil penelitian dengan persamaan garis $y = 0,6759x^2 - 77,946x + 2796,1$. Sedangkan grafik berwarna merah merupakan hasil perhitungan menggunakan rumus hukum kuadrat jarak terbalik dengan persamaan garis $y = 1,6947x^2 - 162,34x + 4275$. Dari grafik yang terbentuk, masih terdapat kesesuaian antara hasil penelitian dengan hukum kuadrat jarak terbalik walaupun terjadi penyimpangan. Kesesuaian tersebut dapat dilihat dari persamaan garis yang terbentuk dan nilai R^2 . Persamaan garis pada hasil penelitian maupun perhitungan adalah polinomial orde 2 dengan nilai R^2 masing-masing adalah 0,9725 dan 0,9966. Nilai R^2 pada hasil penelitian dan hasil perhitungan sama-sama mendekati 1 yang berarti memiliki kesesuaian yang tidak jauh berbeda.

Penyimpangan yang terjadi terlihat dari nilai rata-rata deviasi sebesar 24,86%. Semakin jauh jarak *bladder* dari titik A maka deviasinya juga akan semakin besar. Salah satu hal yang menarik dari hasil penelitian adalah nilai deviasi yang besar justru terjadi pada pasien yang memiliki distribusi dosis ideal untuk sentrasi dosis pada titik A. Koefisien pada persamaan garis untuk hasil penelitian dan perhitungan memiliki perbedaan yang cukup besar. Setelah dilakukan perhitungan, selisih untuk koefisien x^2 adalah 1,02, untuk koefisien x adalah 84,39, dan

untuk koefisien c adalah 1478,9. Pada prinsipnya hukum kuadrat jarak terbalik masih berlaku pada kasus perencanaan *brachytherapy* kanker serviks. Tetapi akibat adanya penyimpangan pada hasil penelitian, hukum kuadrat jarak terbalik tidak dapat digunakan untuk menentukan dosis yang diterima *bladder* dengan tepat. Hal ini diakibatkan variabel jarak *bladder* dari titik A bukan satu-satunya variabel/faktor yang mempengaruhi distribusi dosis, tetapi ada faktor-faktor lainnya yang ikut berpengaruh.

Penyimpangan yang terjadi pada hasil penelitian dengan hasil perhitungan dapat diakibatkan oleh beberapa faktor. Faktor pertama dapat disebabkan oleh posisi aplikator yang tidak ideal sewaktu dilakukan pemasangan ke dalam serviks pasien. Posisi aplikator yang tidak sempurna dapat menyebabkan dosis yang diterima *bladder* lebih besar dari seharusnya. Faktor yang kedua adalah posisi sumber radioaktif di dalam aplikator belum mencapai posisi yang ideal ketika dilakukan proses perencanaan *brachytherapy*, sehingga dapat mengakibatkan akumulasi dosis pada *bladder*. Faktor ketiga yaitu akibat kesalahan yang dilakukan peneliti dalam pengukuran berupa ketidaksesuaian antara titik A dan *bladder* yang ditandai menggunakan spidol pada radiograf dengan posisi penentuan titik menggunakan perangkat *digitizer*. Faktor ketiga merupakan faktor yang memiliki kemungkinan terbesar sebagai penyebab penyimpangan dikarenakan jarak yang diukur ordenya sangat kecil yaitu millimeter sehingga rentan terhadap kesalahan. Selain itu faktor hamburan radiasi juga sangat berpengaruh dikarenakan jarak antara titik referensi yang kecil.

KESIMPULAN

Perubahan sentrasi dosis yang dilakukan dapat meningkatkan keberhasilan perencanaan *brachytherapy* kanker serviks hingga 46%. Sehingga terbukti bahwa perubahan sentrasi dosis yang dilakukan dapat meningkatkan keberhasilan perencanaan *brachytherapy*.

Ada hubungan antara jarak *bladder* dengan distribusi dosis, yaitu terjadi penurunan dosis pada *bladder* yang diakibatkan oleh bertambahnya jarak *bladder* dari titik A. Bertambahnya jarak rata-rata sebesar 1,57 mm akan menurunkan dosis rata-rata sebesar 5,65%.

Pada 15 sampel penelitian, jarak *bladder* dari titik A yang dapat menghasilkan prosentase dosis pada *bladder* di bawah 80% adalah lebih dari 41 mm.

Hukum kuadrat jarak terbalik masih berlaku pada dosis yang diterima *bladder* dengan jarak tertentu dari titik A. Tetapi tidak dapat digunakan untuk menentukan dosis yang diterima *bladder* dengan tepat, karena ada faktor-faktor lain yang mempengaruhi distribusi dosis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Susworo, R. 2007. *Radioterapi: Dasar-Dasar Radioterapi, Tata Laksana Radioterapi Penyakit Kanker*. UI Press: Jakarta.
- [2]. Khan, M, Faiz. 2010. *The Physics of Radiation Therapy*. Lippincott Williams & Wilkins : Minnesota
- [3]. Devlin, M, Philip. 2007. *Brachytherapy : Application and Technique*. Wolters Kluwer : Boston
- [4]. International Commission On Radiation Units. 1993. *Prescribing, Recording, and Reporting Photon Therapy Report No. 50*. Bethesda: Maryland
- [5]. Mayles, P, Nahum, A. Rosenwald, J,C. 2007. *Handbook of Radiotherapy Physics : Theory and Practice*. Taylor and Francis Group : USA